

放棄水田に侵入したハンノキの生残に対する巻き枯らしの効果

荒井 裕 二* 米 林 伸*

キーワード：放棄水田、ハンノキ林、巻き枯らし、生物多様性

はじめに

安定して水の得られる谷地形を利用して作られた谷津田は、一枚の水田面積が小さく機械化が困難なことから耕地整備が遅れ、伝統的な農業活動に適応した多様な生物の生息場所としての機能を保持している場合が多い。しかし、米価の低迷や減反、人手不足などから耕作が困難になると、作業効率が悪い谷津田は放棄されやすいという側面も持つ。荒川中流域の台地や丘陵地でも、谷津の谷頭近くには放棄水田がよく見られ、湿性草地から林へ遷移して、明るく湿った環境が失われることにより地域の生物多様性が低下する。ハンノキ (*Alnus japonica*) は、地下水位が高く土壌が冠水するような場所でも生育が可能な数少ない高木種の一つで、冷温帯から暖温帯の広い範囲で湿地林を形成する (富士田 2002)。また、根粒を形成する放線菌根性植物であるため、大気中の窒素を固定して、栄養の少ない場所でも生育可能である (山中・岡部 1995)。ハンノキはまた、水田が放棄されると一斉に発芽、優占し、林冠を閉鎖することから、林床草本植生の貧弱化が懸念される。一方、ハンノキを除去して明るい湿性草地環境に戻したり、放棄された水田を復元したりすることにより、埋土種子の発芽による希少植物や在来植物の増加など、動植物相の回復が期待される (北川 2001)。

巻き枯らし処理は、伐採と比較して専門技術を必要とせず、危険も少ないため、ハンノキ林を明るい湿性草地に戻す手法として有望である。一方、巻き枯らし処理は師管を切断し導管を傷つけるため、主幹が枯死することが期待されるが、ハンノキは萌芽形成をしやすいため、萌芽が成長して巻き枯らしの効果が顕著に表れない可能性もある。そこで、本研究では樹勢や萌芽の変化と当年生シュート枝の生産性に注目して巻き枯らしの効果を調べ、放棄水田に侵入したハンノキ林の管理に資する基礎

的知見を得ることを目的とした。

調査地

埼玉県熊谷市にある立正大学熊谷キャンパス内の、バドミントン池北西に隣接するハンノキ林に調査区を設置した。この場所は、江南台地上に多数分布する浅い谷のひとつで、和田吉野川の小さな支谷の谷頭近くに位置する (新井ほか 2002)。少なくとも1967年までは稲作が行われており、その後放棄された水田にハンノキが侵入し、優占している (米林・川西 2009)。したがって、関東地方の低標高域における放棄水田に成立する一般的なハンノキ林のひとつと考えられる。この谷底のハンノキが生育している範囲に南北約50m、東西約20mの不定形の調査区を設置した。

方 法

2009年3月13日に調査区内の毎木調査を行ない、胸高直径1cm以上の全ての木の種名、胸高直径、樹高、主幹の位置を記録した。その後、4月に巻き枯らし処理 (幹の地上40~70cmの部分をも木部に達するまで環状に剥皮した) を施し、それより下に生えている萌芽を根元から切り落とした実験区 (13個体) と、無処理の対照区 (22個体) に分けた。

萌芽の調査は3月13日、7月12日、9月26日、12月22日に、全ての萌芽を識別して追跡し、長さとも根元直径を測定し、健全、落葉、枯れ又は折れ、脱落に分類した。また、12月まで生残した萌芽について12月と7月の長さの差を伸長量とし、根元直径の差を肥大量とした。

当年枝シュートは、落葉直前の11月20日に、各区画で可能な限り多くの個体から、樹冠の最南端部の枝を約30~40cmの長さで採取して、当年に伸びたシュートの長

* 立正大学地球環境科学部

さと葉 (葉柄痕を含む)、葉芽、雄花序、雌花序の数を調べた。また、樹勢の季節変化をみるために、全ての個体を対象に、梢の枯損具合、葉の量、葉の変色の衰退度を視認により0～4の5段階で評価した (表1)。樹勢の調査は5月26日、7月5日、8月27日、11月5日、12月15日に行った。

林床の光環境は、着葉期の5月10日、9月5日と落葉期の12月16日に、各区画で地上1.3mの光量子密度を光量子密度計 (LI-COR 製 LI-250SA) で測定した。約50m北の気象観測所で全天の光量子密度を同時に測定し、これらの値から相対光量子密度を計算した。測定は5回繰返しとし、平均を求めた。

結果

調査区内には41株の木が生育していたが、枯損木を除く高木はハンノキのみで35株 (6.72株/100m²)、平均樹高は15.4m、平均胸高直径は20.9cmであった (表2)。ハンノキ以外では、ジャヤナギとエノキが生育していたが、いずれも樹高4m以下であった。

巻き枯らしと萌芽の除去をすることによって、ハンノキは4月から7月にかけて多くの萌芽を生産したが (個体当たり23.5本)、その後脱落し、12月の萌芽の生残本数に実験区 (12.5本) と対照区 (12.3本) との差はみられなかった (図1)。また、7月から12月までの萌芽1本当たりの平均伸長量は実験区で0.2 ± 6.4cm、対照区で4.9 ± 19.0cm、平均肥大量はそれぞれ0.7 ± 0.1mmと3.1

表1 衰退度の評価基準

衰退度	0	1	2	3	4
梢の枯損割合	0～10%	10～30%	30～50%	50～70%	70～100%
葉の量	90～100%	70～90%	50～70%	30～50%	0～30%
葉の色 (変色割合)	異常なし	0～20%	20～40%	40～60%	60～100%

表2 調査林分の概要

	ハンノキ		その他	調査区全体
	対象木	枯損木		
株数	35	3	3	41
株密度 (/100m ²)	5.19	0.44	0.44	6.07
幹数	38	3	3	44
幹密度 (/100m ²)	5.63	0.44	0.44	6.52
幹の平均胸高直径 (cm ± SD)	20.9 ± 6.4	11.9 ± 1.8	2.0 ± 0.8	19.0 ± 7.9
平均樹高 (m ± SD)	15.4 ± 2.3	13.7 ± 2.3	3.5 ± 0.9	14.4 ± 3.8
胸高断面積合計 (cm ² / 100m ²)	2117.7	50.0	1.5	2169.2
D ² H 合計 (m ³ / 100m ²)	4.38	0.09	0.00	4.48

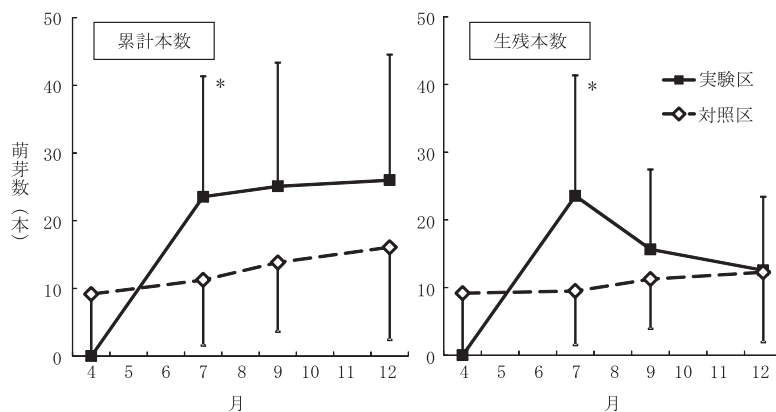


図1 萌芽の累計本数 (左) と生残本数 (右) の変化。誤差線は標準偏差を示す。

* : 有意差あり (*t*-検定, *p* < 0.05)

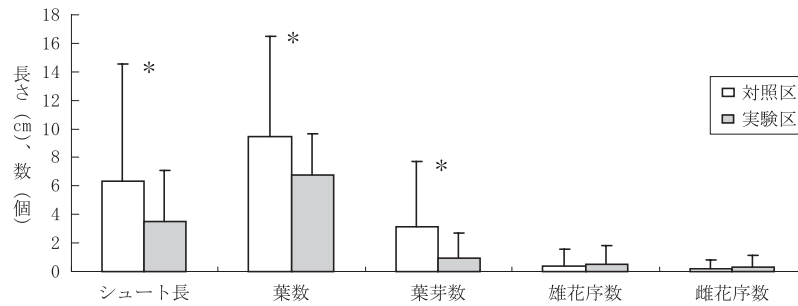


図2. 当年生シュートの比較。誤差線は標準偏差を示す。

* : 有意差あり (t -検定, $p < 0.05$)

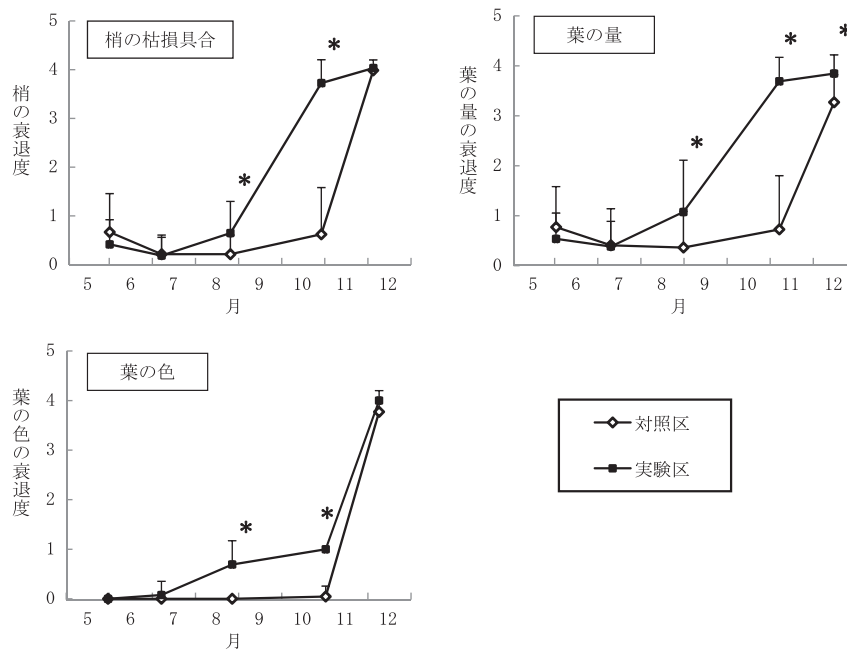


図3. 梢の枯損具合 (左上)、葉の量 (右上)、葉の色 (左下) の衰退度の変化。誤差線は標準偏差を示す。

* : 有意差あり (U -検定, $p < 0.05$)

±0.4mm であり、いずれも実験区で小さかった。当年生シュートの長さ (実験区 : 3.5cm、対照区 : 6.3cm)、葉の枚数 (6.7枚、9.4枚)、葉芽数 (0.9個、3.2個) は実験区の方が有意に少なくなったが、花序数には有意差はなかった (図2)。衰退度は、梢の枯損具合、葉の量、葉の色の項目で、8月から11月にかけて実験区が対照区より有意に高く、巻き枯らし処理によって黄葉や落葉の時期が早まった (図3)。また、剥皮直上部の幹が環状に肥大しているのが観察された。

林内の相対量子密度は5月と9月の着葉期に5.5~14.0% (実験区) と5.6~6.2% (対照区)、落葉期の12月にそれぞれ50.0%と53.2%で、両区に顕著な差はみられなかった。

考 察

巻き枯らしと萌芽の除去をした場合、ハンノキは春から夏に多くの新しい萌芽を出す、その多くが冬までに脱落した (図1)。また、萌芽の平均伸長量と平均肥大量は、どちらも実験区の方が少なかった。したがって、成長量を犠牲にして多数の萌芽を形成したと考えられる。また、多くの萌芽を形成したものの、剥皮部分より上部で生産された光合成生産物の根元方向への輸送が巻き枯らしによって阻害され、さらに、林冠は閉鎖されたままで萌芽の光合成量が少なかったため、形成された萌芽はあまり成長できずに脱落したと考えられる。剥皮直上部の幹が肥大していたことも、剥皮部より下方に光合成生産物がもたらされなかったことを支持する。

巻き枯らしによって、当年生シュートの長さや葉着数、葉芽数は少なくなった(図2)。ハンノキ属では当年生シュートにおける光合成生産物が、そのシュートの成長や繁殖器官に使われることから(長谷川・武田 1998)、巻き枯らしをおこなったことで、シュート自身の光合成生産量が低下したと考えられる。実験区で雄花序の大きさが小さい傾向が観察されたが、これも生産量の減少と矛盾しない。したがって、巻き枯らしによって光合成生産自体が減少し、さらに、光合成生産物の輸送が阻害され、根粒菌への光合成生産物の供給量が減ったことで、根粒菌からの窒素化合物の供給量も減った可能性が考えられる。今回、シュートに形成される雄花序、雌花序の生産数は、対照区と実験区の間には違いはみられなかった。ハンノキの変種のヤチハンノキでは、雌雄の花のつけ方は個体ごと、年ごとに差があることが知られている(神田 1991)。そのため、今回の結果も個体差や年変動が大きいいため、巻き枯らしの効果が検出されなかった可能性が考えられる。

ハンノキに巻き枯らし処理を行うことで、樹冠の光合成生産物の輸送が阻害されるのに伴い、光合成生産の減少によるとみられるシュートや葉の生産量や萌芽の生残数が低下し、また、落葉や黄葉の時期が、1~2ヶ月ほど早まる事がわかった(図3)。さらに、翌年の新しいシュートや葉となる葉芽の数も少なくなったことから(図2)、これらの巻き枯らしの効果が翌年以降にも及び事が予想される。1年以内に枯死する個体は確認されなかったが、巻き枯らしの効果によっていずれは枯死する可能性が高いと考えられる。

処理した年の林内の相対光量子密度は着葉期にも実験区と、対照区で大きな差は見られなかったが、翌年以降にハンノキが徐々に枯れ、林内が明るくなっていけば、林床植生の回復が予想される。草本に覆われた地表ではハンノキの発芽はみられないことから(東・渡辺 2003)、林床植生が回復したハンノキ林で上層木が枯れた後は、湿地性の草本植物が優占するか、湿性低木林への交代が起こると予想される。したがって、ハンノキ林を湿性草地に誘導するためには、放棄直後の水田のような草本の植被が少ない時期を経ることなく、林床植生が密生した状態で上層のハンノキを枯らすことが重要とな

る。巻き枯らしは林床植生の回復を図りながら上層木を徐々に枯死させていくという点で優れており、また、伐採と比較して作業の手間や危険性が少なく、専門技術をもたない一般の人でも可能なため、人手を集めることも容易である。そのため巻き枯らしは、樹林化した放棄水田を希少植物や在来植物が生育する湿性草地に誘導するための市民参加による管理方法として有効と考えられる。

本研究により巻き枯らし処理は1年目にハンノキの樹勢を衰退させることが示された。今後は、この効果を2年目以降も追跡し、ハンノキが実際に枯死するまでの時間を確かめる必要がある。また、衰弱木や新鮮な枯死木はキバチやキクイムシ等の穿孔虫の餌資源や繁殖場所となるため(大橋 2004)、穿孔虫の増加による被害が周囲の森林に及びることの不利益と、穿孔虫やそれを餌とする動物が多様になる利益を比較検討する必要がある。さらに、ハンノキ湿地林は種組成の異なる様々な群集・群落に記載されていることから(富士田 2002)、これらの群集・群落の間で巻き枯らし処理の効果がどの程度異なるかも検証する必要がある。これらの点が改善されれば、より適切なハンノキ林の管理が行なえると考えられる。

引用文献

- 新井 正・島津 弘・鈴木裕一(2002)立正大学熊谷校地の自然環境に関する資料。地域研究, 43(1): 25-32.
- 富士田裕子(2002)湿地林。崎尾均・山本福壽編「水辺林の生態学」, pp.95-137, 東京大学出版会.
- 長谷川成明・武田博清(1998)ヤマハンノキの果実充実過程の当年枝を単位とした解析。森林研究, 70号: 61-67.
- 東 敬義・渡辺 守(2003)里山の放棄水田に成立したハンノキ個体群の分布構造。三重県環境保全事業団研究報告, No. 9: 11-16.
- 北川淑子(2001)管理組合による里地の自然再生。武内和彦ほか編「里山の環境学」, pp.150-164, 東京大学出版会.
- 神田房行(1991)釧路湿原におけるヤチハンノキの種子形成の個体差。第38回日本生態学会大会講演要旨集: 49.
- 大橋章博(2004)巻き枯らしによる間伐の問題点-森林保護の立場から-。岐阜県の林業, 606号: 11.
- 山中高史・岡部宏秋(1995)ヤマハンノキの根粒から分離されたフランキア菌。日本林学会誌, 77: 269-271.
- 米林 伸・川西基博(2009)「立正大学熊谷キャンパスの植物」。立正大学地球環境科学部。

Effects of Girdling on the Decay of Alder Forest in an Abandoned Paddy Field

ARAI Yuji*, YONEBAYASHI Chuh*

*Faculty of Geo-environmental Science, Rissho University

Keywords: Abandoned paddy field, Alder forest, Girdling, Biodiversity